

3. Милях А.Н., Кирпатовский С.И. Из истории становления и развития теоретических основ электротехники на Украине // Теоретическая электротехника: Сб. науч. тр. – Вып. 3. – Львов: изд-во Львов. ун-та, 1967. – С. 3–15.
4. Симоненко О.Д. Электротехническая наука в первой половине XX века. Монография. – М.: Наука, 1988. – 144 с
5. Поливанов К. М. Развитие теоретической электротехники // Очерки по истории энергетической техники СССР. М.: Л.: Госэнергоиздат, 1956. – 48 с.
6. Тверитникова О.Є. Основні етапи становлення і розвитку теоретичних основ електротехніки в Україні (перша половина XX століття) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.kpi.kharkov.ua/archive>.
7. История энергетической техники СССР Т. 2. / А.Г. Александров, И.С. Аронович, М.А. Бабилов и др. / Под ред. Л.Д. Белькинд. – М.: Л.: Госэнергоиздат, 1957. – 728 с.
8. Вікіпедія [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki>.
9. Арсенов О. О. Никола Тесла: засекреченные изобретения / О.О. Арсенов. – М.: Эксмо, 2010. – 208 с.
10. Колорадо-Спрингс. Дневники. 1899-1900 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.klex.ru/guz>.

Одержано 18.05.17

## УДК 519.72

**Л.В.Рибакова**, доцент

*Центральноукраїнський національний технічний університет*

## Інтелектуальні системи автоматизованого контролю стану біооб'єктів

Розглянуті найбільш перспективні інтелектуальні системи для контролю стану біооб'єкта, як багаторівневої системи керування, у процесі його життєдіяльності, з метою негайного виявленні порушень життєво важливих функцій для своєчасного вживання заходів до їхньої нормалізації, а також для керування зовнішніми впливами. **автоматизований контроль стану біооб'єктів; збір і обробка інформативних параметрів; експрес-діагностика; багаторівнева структура керуючих систем**

**Актуальність теми.** Рішення задачі автоматизованого контролю стану біооб'єктів (БО) для своєчасного виявлення порушень життєво

© Л.В.Рибакова, 2017

важливих параметрів і прийняття рішення, залежить від можливості безперервного контролю медичних або ветеринарно-біологічних показників БО, у процесі їхньої життєдіяльності й формування адекватних керуючих впливів на відповідні органи й системи.

БО відносяться до класу складних неоднорідних систем, що містять усередині себе багаторівневу структуру, що складається з різних фізіологічних систем, у яких, у свою чергу, відбуваються процеси керування, що інтегрують діяльність у цілісний організм. Таким чином, кожному рівню відповідає керуюча система певного класу, що інтегрує процеси, які протікають на нижчерозташованому рівні. Будемо розглядати таку систему в змісті А.А.Ляпунова, тобто, як об'єкт, здатний сприймати, переробляти й видавати інформацію. [1]

Взаємини між керуючими системами організму складаються ієрархічно. На рівні сформованого організму ієрархія керуючих систем наступна. Вищий ярус займає нервова система. Вона координує діяльність усього організму й, словами І.П.Павлова, «урівноважує його взаємодія із зовнішнім середовищем». Вона визначає настроювання всіх нижчерозташованих керуючих систем.

Наступний ярус займає ендокринна система. Вона забезпечує заданий нервовою системою режим функціонування всіх підсистем організму, здійснює підтримку гомеостазу й адаптаційні процеси й вносить свій внесок у настроювання нижчерозташованих керуючих систем.

Взаємодія між всіма керуючими системами організму здійснюється за допомогою прямих і зворотних зв'язків. Загальна схема такої взаємодії представлена на рисунку 1.[2]

У підпорядкуванні першим двом перебувають системи керування автоматизмом життєво важливих органів. Вони представлені різними анатоμο-фізіологічними утвореннями. Всі ці утворення узагальнено можна назвати внутрішньоорганними гомеостатичними апаратами, а їхня сукупність - внутрішньоорганною керуючою системою. Вона може бути зарахована до класу керуючих систем організму тому, що її сигнали мають не тільки автономне значення, але виконують істотний регуляторний вплив на організм у цілому, а її діяльність погоджується із задачами цілого організму.

Нервові, ендокринні й внутрішньоорганні керуючі системи визначають настроювання генетичних апаратів ефекторних клітин,

сукупність яких можна назвати генетичною керуючою системою клітин.

Вона забезпечує регуляцію синтезу необхідних білків для підтримки життєдіяльності всіх систем організму.

Нижчий ярус займає мультиферментативна система, яку можна розглядати як *метаболічну керуючу систему*.

Вона забезпечує регуляцію всіх біохімічних процесів, що не зачіпає генетичну керуючу систему, і перебуває під контролем всіх вищерозташованих керуючих систем.

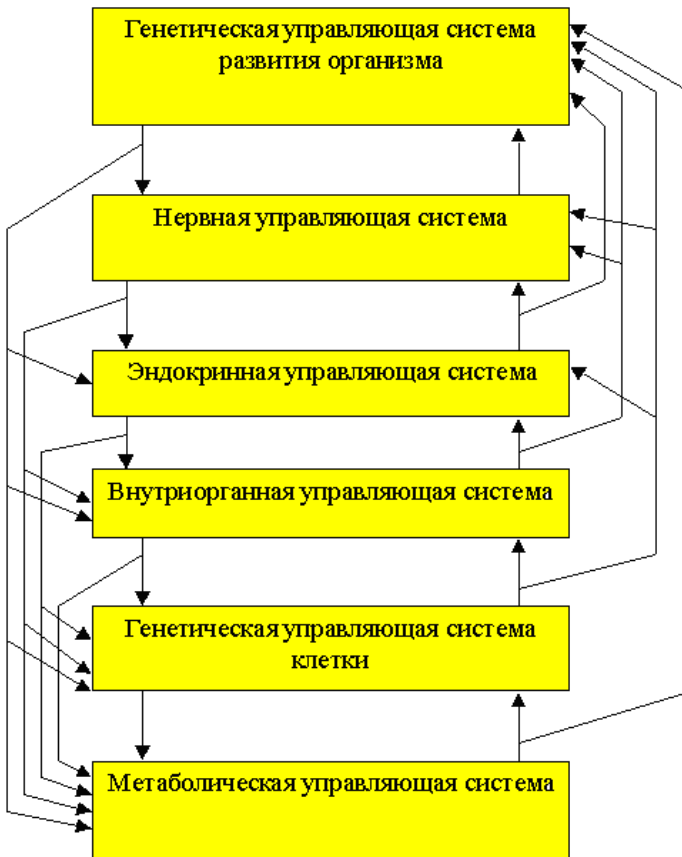


Рисунок 1 – Схема ієрархії керуючих систем організму (по В.І. Федорову)

Метою дослідження є аналіз інтелектуальних систем контролю стану БО, обґрунтування необхідності та характеристика етапів розробки такої системи постійного індивідуального контролю.

Сучасний розвиток технічної бази : ІТ-технологій, а також електронних нанотехнологій моніторингу, дозволяють більш точно контролювати процеси, що протікають в організмі БО на кожному рівні, здійснюючи збір інформативних параметрів, а так само передавати дані вимірів на відстань використовуючи сучасні засоби бездротової передачі інформації й поміщаючи їх у масиви даних для подальшої обробки й прийняття відповідних рішень.[3, 4, 5].

Крім того, з'явилися нові прилади й методики контролю й діагностики стану БО. Розглянемо й проаналізуємо деякі з них.

Апаратний комплекс Оберон [6], в основі методу роботи якого лежить аналіз електромагнітних коливань, що характеризують мозкові центри кожної людини. У цьому явищі утримується максимум даних, що відбивають роботу всіх систем організму. Зчитування інформації виробляється через навушники.

Кардіовізор [7] – система, яка використовує унікальний метод неінвазивного експрес-контролю функціонального стану серця. В основі технології – комп'ютерна обробка електромагнітного випромінювання міокарда. Показання знімаються за допомогою електродів, які кріпляться на кінцівці.

Тепловізор [8] - медичне теплобачення (термографія) - метод діагностики, заснований на реєстрації інфрачервоного випромінювання на поверхні шкіри людини. У наш час термографія може бути застосована для діагностики понад 100 захворювань, оскільки існує прямий зв'язок поверхневих ефектів із процесами, що відбуваються в організмі.

Валеоскан [9] (Вегетативна Анатомо-фізіологічна Логотопія Природних Органів), що включає чотири функціонально-діагностичних методи, об'єднаних в один технологічний напрямок: ВАЛЕО-ТЕХНОЛОГІЮ.

1). Варіаційна кардіоритмографія; 2).Неінвазивний термоваскулярний аналіз крові; 3). Діагональна сегментарна амплитудометрія; 4). Валео-графія. Ця технологія дозволяє знімати інформацію з органів і систем організму аж до клітинного й субклітинного рівня, індивідуально підбирати препарати, які максимально підходять для кожного пацієнта й т.д.

Один з найбільш популярних сьогодні методів діагностики – це біорезонансна діагностика по методу Р.Фолля [10], заснованому на кореляції між змінами електропровідних властивостей точок виміру по Р.Фоллю й функціональним станом відповідних їм органів і систем організму. Точки виміру, як і в класичній акупунктурі, згруповані по меридіанах, частина з яких використовується для визначення функцій органів (наприклад, меридіани серця, нирок), частина для визначення функцій систем (меридіани кровообігу, ендокринний), а частина для визначення стану тканини або обміну (меридіан поєднувальної тканини і жирової дегенерації). Комп'ютерний метод Р.Фолля використовують для функціональної оцінки органів і систем при первинному прийомі, для контролю підбору гомеопатичного препарату, його потенції й разової дози, для моніторингу якості лікування при повторних прийомах. Також метод використовують для проведення на основі діагностики лікування, за допомогою електропунктурної терапії за допомогою імпульсних струмів низької частоти (від 0,8 до 10 Гц) при лікуванні різних патологічних станів, з використанням як фіксованої частоти, так і “хвильової гойдалки”, коли програма послідовно подає на активний електрод імпульсний струм по наростаючій частоті.

Не дивлячись на переваги, на жаль, більша частина вищерозглянутих приладів цього класу має закрите алгоритмічне забезпечення, і як наслідок, неоднозначну оцінку в медичних колах.

У сучасну практику усе ширше входять прилади тривалого безперервного спостереження за станом БО. Вони дозволяють концентрувати набагато більш точну й адекватну інформацію про плин процесів у життєво важливих системах організму, чим звичайні методи спостереження «в окремі моменти».

Головна мета такого спостереження в реальному часі складається в негайному виявленні порушень життєво важливих функцій для своєчасного вживання заходів до їхньої нормалізації.

Систематичний характер зібраної інформації дозволяє зменшити вплив випадкових перешкод за рахунок знання про можливий характер процесів в організмі. Це дозволяє досліджувати досить тривалі процеси, що характеризують динаміку живої біосистеми. Функціонування зазначених систем по підтримці життєдіяльності БО, як складної самокерованої системи (Рис.1) супроводжується взаємозалежними процесами, що забезпечують багаторівневий

механізм керування. У таких системах особливо актуальне дослідження процесів, у яких у результаті накладення безлічі системних ритмів, сигнали, що несуть інформацію про стан систем БО, здобувають складну форму, що характеризує сукупність циклічних складових різних рівнів, що відрізняються по амплітуді, фазі, частоті.

Доступні в цей час масиви інформації дозволяють на більше високому рівні ставити завдання оцінки спільного впливу на досліджуваній БО багатьох періодичних процесів, що різняться як природою, так і тимчасовими діапазонами з одночасним оцінюванням ієрархічної структури взаємодії досліджуваних факторів.

Для цього необхідно провести аналіз вітчизняних і закордонних досліджень в області вивчення складних систем, з метою визначення прихованих складових системних процесів - системні ритми, які в сучасних діагностичних системах практично не виділяються й не обробляються. Це дозволить значно підвищити потенційні можливості перспективних інтелектуальних систем. Потім необхідне створення якісних нових методів, моделей і алгоритмів, а також вибір необхідних технічних засобів, що дозволяють виділяти й аналізувати сигнали в об'єктах, що характеризуються складними системними ритмами, і які дозволяють побудувати системи штучного інтелекту на основі інформації, одержуваної за допомогою портативних приладів.

Наступним етапом передбачається розробка інтелектуальної системи контролю фізіологічного стану БО, що дозволяє виявити ризик захворювань на ранній стадії, і інших фізіологічних відхилень, що забезпечить можливість ранньої адекватної терапії.

У такій ситуації ефективними стають методи, засновані на еволюційному підході, які, на відміну від традиційних методів пошуку оптимального рішення, орієнтовані на найкраще (прийнятне) рішення в порівнянні з отриманим раніше або запропонованим у якості початкового.

Рішення цієї задачі припускає вибір інформативних параметрів і формування бази даних сигналів, що характеризують початкові системні ритми. Для формування бази даних необхідно вибрати фізіологічні сигнали, з яких будуть виділятися системні ритми.

Тому що аналіз складномодульованих сигналів системних ритмів має свої особливості, то необхідна методологія спільного аналізу досліджуваних сигналів. Ця методологія може базуватися на

структурному аналізі, взаємному спектральному аналізі, сингулярному аналізі, вейвлет-аналізі, кореляційному аналізі. Розроблена методологія дозволить синтезувати простір інформативних ознак для інтелектуальних систем контролю й керування органами й системами БО.

Після параметризації даних необхідна їхня класифікація. Тут необхідно оцінити можливості систем, що класифікують, виконаних на мікро- контролерах, з погляду обчислювальних ресурсів, для класифікації функціонального стану органів і систем у реальному часі. Необхідно вибрати оптимальне рішення: або орієнтуватися на потужний базовий комп'ютер, зв'язок з яким портативного приладу здійснюється по радіоканалу або по інших комунікаційних каналах (наприклад з використанням бездротової технології *Bluetooth* або *Wi-Fi*), або вибирати досить потужний мікроконтролер, здатний вирішити поставлені задачі.

Як методи синтезу систем розпізнавання вибирається нейромережеве моделювання й нечітка логіка прийняття рішень. Після формування блоків медико-біологічних даних, що відповідають певному органу, системі або патології, здійснюється розробка методів і засобів, призначених для збору цих даних з БО. Структура даних у сформованих блоках корегується з урахуванням того, що дані повинні бути отримані за допомогою неінвазивних методів і їхній збір повинен здійснюватися в процесі функціонування систем організму БО в не клінічних умовах.

Після корекції структури даних у блоках медико-біологічних даних здійснюють їхній морфологічний аналіз, за результатами якого формуються простори інформативних ознак, призначені для кожного конкретного приладу, орієнтованого на конкретний орган, систему або патологію. Паралельно морфологічному аналізу проводяться роботи з вибору апаратно-програмного забезпечення для збору медико-біологічних даних.

Наступним етапом розвитку таких інтелектуальних систем є розробка методів, способів і алгоритмів прогнозування стану органів і систем БО у процесі їхньої життєдіяльності.

Відмінною рисою пропонованого класу мобільних систем є їх багатофункціональність. Вона визначається тим, що для безперервного контролю й інтегральної оцінки функціонального стану органів і систем БО використовується одночасний аналіз множини

медико-біологічних показників, що вимагає використання багатоканального пристрою знімання інформації.

**Висновок.** Таким чином, запропонований комплект датчиків медико-біологічних сигналів і програмне забезпечення для обробки інформації, що надходить від них, дозволить проводити ранню діагностику небезпечних захворювань, а індивідуальний підхід розширить можливості застосування інтелектуальної системи для БО різної природи.

### Список літератури

1. Ляпунов А.А., Яблонский С.В. // Проблемы кибернетики, Физматгиз, Москва, 1963, вып. 9, с. 5
2. Федоров В.И. Классификация подсистем функциональной системы в смысле П.К.Анохина Новосибирск, 1973
3. Ткалич В.Л., Макеева А.В., Оборина Е.Е. «Физические основы наноэлектроники». Учебное пособие. СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 83с.
4. [http://guv.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub\\_95316.pdf](http://guv.tatarstan.ru/rus/file/pub/pub_95316.pdf) - Нанотехнологии и наноматериалы в ветеринарии
5. Електронні методи і засоби біомедичних вимірювань / С. К. Мещанінов, В. М. Співак, А. Т. Орлов. Навчальний посібник. – К.: Кафедра, 2016. – 211
6. <http://my-self.ru/diagnostika/diagnostika/podrobnее-o-fizicheskoe-diagnostike.html>
7. <https://veramed-clinic.ru/kardiologiya/kardiovizor/>
8. [http://www.biocenter.ru/peptid\\_DIAGNOSTIKA.htm](http://www.biocenter.ru/peptid_DIAGNOSTIKA.htm)
9. <https://rodnik-altaya.com/lechenie/metody/valeo-diagnostika/>
10. Возможности компьютеризированной электропунктурной диагностики по методу Р. Фолля в терапии методами рефлексотерапии и гомеопатии. /Методические рекомендации № 98/232. Москва-1999

Одержано 11.05.17